

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09227999  
PUBLICATION DATE : 02-09-97

APPLICATION DATE : 20-02-96  
APPLICATION NUMBER : 08032218

APPLICANT : KAWASAKI STEEL CORP;

INVENTOR : SATO SUSUMU;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/28

TITLE : FERRITIC STAINLESS STEEL SHEET EXCELLENT IN RIDGING RESISTANCE

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the ridging resistance of a ferritic stainless steel by prescribing the amt. and size of precipitates in a steel.

SOLUTION: At first, this steel is incorporated with Cr by  $\geq 1$  wt.% from the viewpoint of corrosion resistance. Since Ti plays an important roll for suppressing the generation of ridging, the formation of the sulfide, carbide and nitride thereof is effective, and particularly, in the case of  $\geq 3\text{Ti}/(\text{C}+\text{N}+\text{S})$ , its ridging resistance is remarkably improved. Then, the carbide + nitride + sulfide having  $\leq 3\mu\text{m}$  grain size are present by  $\geq 1$  piece per  $(d_{\text{mean}})^2$  in the case the average grain size of the steel sheet is defined as  $d_{\text{mean}}$ , and the volume ratio thereof is regulated to  $\leq 0.5\%$ . This is because the precipitates having  $\leq 3\mu\text{m}$  grain size prevent the formation of (100) colonies and a band-shaped structure at the time of recrystallization after cold rolling suppresses the generation of ridging. Furthermore, by prescribing the number and volume ratio of the above precipitates, its ridging resistance can furthermore be improved.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-227999

(43) 公開日 平成9年(1997)9月2日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/28	3 0 2		C 2 2 C 38/00 38/28	3 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-32218

(22) 出願日 平成8年(1996)2月20日

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 加藤 康

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72) 発明者 宇城 工

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72) 発明者 佐藤 進

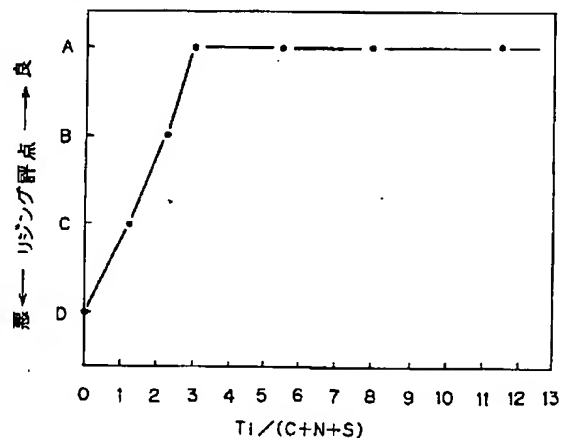
千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 小杉 佳男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 耐リジング性に優れたフェライト系ステンレス鋼板

(57) 【要約】

【課題】耐リジング性の優れたフェライト系ステンレス鋼板を提供する。

【解決手段】11wt%以上のCrを含有するフェライト系ステンレス鋼板において、 $Ti / (C+N+S) \geq 3$ で、鋼板の平均結晶粒径を $d_{mean}$ とした時に粒径 $3\mu m$ 以下の(炭化物+窒化物+硫化物)が $(d_{mean})^2$ あたり1個以上存在し、(炭化物+窒化物+硫化物)の体積割合を0.5%以下とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 11wt%以上のCrを含有するフェライト系ステンレス鋼板において、重量比で $Ti/(C+N+S) \geq 3$ で、鋼板の平均結晶粒径を $d_{\text{aean}}$ とした時に粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の(炭化物+窒化物+硫化物)が $(d_{\text{aean}})^2$ あたり1個以上存在し、(炭化物+窒化物+硫化物)の体積割合が0.5%以下であることを特徴とする耐リジグ性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は耐リジグ性に優れたフェライト系ステンレス鋼板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】フェライト系ステンレス鋼は耐食性や耐酸化性に優れた材料であり、種々な産業分野で広く利用されている。しかしながら鋼板の状態ではプレス加工等により深絞り加工されると、リジグと呼ばれる肌荒れ状の表面欠陥が生じ易いという欠点を有しており、従来、深絞り加工等の厳しい加工が施される用途には向きであるとされていた。

【0003】これに対して、耐リジグ性改善を目的とした種々な技術が開示されている。それらは大別すると、(1)成分元素に着目した技術、(2)製造プロセスに着目した技術に分類される。

(1)成分元素に着目した技術に関しては、特開昭52-024913号公報に、 $C: 0.03 \sim 0.08\text{wt}\%$ 、 $N \leq 0.01\text{wt}\%$ 、 $S \leq 0.008\text{wt}\%$ 、 $P \leq 0.03\text{wt}\%$ 、 $Si \leq 0.4\text{wt}\%$ 、 $Mn \leq 0.5\text{wt}\%$ 、 $Ni \leq 0.3\text{wt}\%$ 、 $Cr: 15 \sim 20\text{wt}\%$ 、 $Al: N \times 2 \sim 0.2\text{wt}\%$ を含有し、残部Fe及び不可避の不純物からなる加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0004】(2)製造プロセスに着目した技術に関しては特開昭55-141522号公報に、Alを含有するフェライト系ステンレス鋼スラブを $950^\circ\text{C}$ 以上 $1100^\circ\text{C}$ 以下の温度に保持した後熱延を施すことを特徴とするリジグの著しく少ないフェライト系ステンレス鋼の製造方法が開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来開示されているこれらの技術では、耐リジグ性の効果は十分とはいえず、ただ単に、従来開示されていた素材成分や熱延条件だけでは耐リジグ性の良好なフェライト系ステンレス鋼を安定的に得ることは困難であった。このような現状に鑑み、本発明者等は長年に亘り、鋭意研究を行った結果、耐リジグ性改善に対して鋼中の析出物の量と大きさをコントロールすることが非常に有効であることを見出すに至った。

【0006】本発明はこの知見に基づき、耐リジグ性に優れたフェライト系ステンレス鋼板を提供することを

目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、11wt%以上のCrを含有するフェライト系ステンレス鋼板において、重量比で $Ti/(C+N+S) \geq 3$ で、粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の(炭化物+窒化物+硫化物)が鋼板の平均結晶粒径を $d_{\text{aean}}$ とした時に $(d_{\text{aean}})^2$ あたり1個以上存在し、これら(炭化物+窒化物+硫化物)の体積割合が0.5wt%以下であることを特徴とする耐リジグ性に優れたフェライト系ステンレス鋼板を提供する。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明をさらに詳しく説明する。

Cr: Crは耐食性に非常に有効な元素である。その効果は、11wt%以上で顕著となるため、下限は11wt%とした。上限については特に規定はしないが、50重量wt%を越えると熱間強度が大きくなるばかりか冷延性も低下するため、製造しずらくなるので、好ましくは50wt%以下が好ましい。

【0009】Ti: Tiは、本発明に非常に重要な元素である。後述する如く、析出物の大きさ、分布を制御し、冷延後の焼鈍時の再結晶時に、フェライト単相鋼に発生し易いリジグ現象の原因となるコロニーやバンド状組織成長を阻止することに寄与する。特に、Tiの硫化物、炭化物、窒化物の生成が有効である。図1に、 $16.4\text{wt}\%Cr$ 鋼( $Fe-16.4\text{wt}\%Cr-0.4\text{wt}\%Si-0.2\text{wt}\%Mn-0.005\text{wt}\%C-0.009\text{wt}\%N-0.003\text{wt}\%N-0.30\text{wt}\%P-0.50\text{wt}\%Mo$ )についてTi量を種々変化させたときの耐リジグ性に及ぼす $Ti/(C+N+S)$ の影響を示すが、 $Ti/(C+N+S)$ が3以上で耐リジグ性が著しく優れることがわかる。

【0010】粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の(炭化物+窒化物+硫化物)が鋼板の平均結晶粒径を $d_{\text{aean}}$ とした時に $(d_{\text{aean}})^2$ あたり1個以上存在し、これらの体積割合が0.5wt%以下であることが本発明の基幹をなす技術である。粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の析出物が冷延後の再結晶時に(100)コロニーやバンド状組織を生成するのを阻止し、リジグ発生を抑制するからである。この時に、析出物の大きさ(粒径)は $3\mu\text{m}$ 以下でなければならない。これは、 $3\mu\text{m}$ を越えると再結晶時に有効に(100)コロニーやバンド状組織の生成を阻止することができず、本発明の効果が得られないからである。

【0011】図2に $Fe-18.1\text{wt}\%Cr-0.4\text{wt}\%Mn-0.009\text{wt}\%C-0.012\text{wt}\%N-0.003\text{wt}\%S-0.20\text{wt}\%Ti$ の(炭化物+窒化物+硫化物)個数/ $(d_{\text{aean}})^2$ に対するリジグ評点を示した。図2に示すように、耐リジグ性改善の観点からは、析出物は、平均結晶粒径を $d_{\text{aean}}$ としたときに、 $(d_{\text{aean}})^2$ あたり1個以上なければならな

い。それ未満では、析出物が耐リジグ性改善には有効に作用しないからである。

【0012】また、これら析出物の量は体積比で0.5wt%以下でなければならない。0.5wt%を越えると、耐食性と耐孔食性の低下が生じ易くなるからである。ここで、析出物については、炭化物、窒化物、硫化物の単独であろうと複合であろうと本発明の条件を満たしておれば限定はしない。

【0013】フェライト系ステンレス鋼には、耐食性や耐酸化性、機械的性質等種々な特性を改善する目的から、Si、Mn、Al、Mo、Ni、Cu、Nb、V、W、Ca、Mg、B、P、Ta、Zrなど様々な元素を添加したり、あるいは、不可避的不純物としてこれら元素やO、As、Bi、Sbなどが混入する。基本的に本発明の条件が満足されればこれらの成分の添加あるいは混入は何ら問題はないので、限定はしない。

【0014】本発明の耐リジグ性に優れたフェライト系ステンレス鋼板は、一般的には、工業的に次のような方法によって製造される。溶製後連続製造法により厚みが160～260mm程度のスラブを得る。この時に、炭化物、窒化物、硫化物の析出形態（大きさ、分布）の点から好ましくは高速製造（例えば製造速度が0.7m/min以上）がよい。その後スラブは、熱間圧延により板厚1.5mmから6mm程度の熱延鋼帯にされる。このときに、本願の発明のポイントになる析出物の大きさと分布の点から、スラブ均熱温度は1200℃以下が好ましい。また、TiCや、TiNの微細析出の観点から、熱延時の粗圧延終了温度は1050℃から950℃の範囲が好ましく、また、粗圧延での最低1パス以上について圧下率が30%以上であることがよい。一般的に得られた熱延鋼帯には、再結晶焼鈍が施されるが、その

温度は、合金元素量により異なっているものの、本願の効果をj得るためには、1150℃を越えると、熱延時に析出した、炭・窒化物の粗大化あるいは再固溶が生じ易くなるので、1150℃以下であることが好ましい。なお、熱延鋼帯の焼鈍は、必要不可欠ではなく、そのまま、冷延を施しても本願は達成される。冷延鋼板として使用されるときには、さらに、冷間圧延・再結晶焼鈍が施される。とくに、再結晶焼鈍については、本願の効果である、析出物形態（大きさと分布）の点から、1050℃以下であることが好ましく、また、平均結晶粒径も150μm以下であることがよい。

#### 【0015】

【実施例】以下に本発明を実施例に基づいて説明する。表1に示す種々の合金を実験室的に30kg溶製し、公知の熱間圧延により板厚4μmの熱延板とした。得られた熱延板を再結晶焼鈍後、脱スケールし、板厚0.7μmまで冷延後再結晶焼鈍を施し、冷延焼鈍板を作製した。

【0016】耐リジグ性の評価は、圧延方向に20wt%引張歪を与えた後の鋼板表面に発生するリジグの程度で評価した。析出物の観察はSEMにより行い、100視野観察し個数を測定した。また、平均結晶粒径は、光学顕微鏡による切断法により求めた。両者から、 $(d_{mean})^2$  面積当たり粒径3μm以下の析出物個数を求めた。耐リジグ性評価結果を表2に示す。本発明例は、いずれの場合も、耐リジグ性に著しく優れていることがわかる。一方、3μm以下の析出物の個数が少ないか、あるいはTi/(C+N+S)が3未満であると耐リジグ性が劣っていることがわかる。

#### 【0017】

#### 【表1】

試料 No.	Cr (wt%)	C (wt%)	N (wt%)	S (wt%)	Ti (wt%)	Ti/(C+N+S)	Si (wt%)	Mn (wt%)	P (wt%)	Al (wt%)	Mo (wt%)	Nb (wt%)	Ni (wt%)	Cu (wt%)	その他元素	備考
1	13.1	0.005	0.007	0.001	0.15	11.538462	0.22	0.21	0.029	0.009	0.005	0.003	0.05	0.004		発明例1
2	15.3	0.002	0.009	0.003	0.18	12.857143	0.14	0.22	0.031	0.05	0.012	0.002	0.05	0.002	B/0.0010	発明例2
3	17.2	0.011	0.013	0.005	0.19	6.5517241	0.08	0.36	0.027	0.16	0.004	0.03	0.07	0.003		発明例3
4	22.5	0.004	0.01	0.004	0.1	5.5555556	0.58	0.53	0.02	0.015	0.36	0.09	0.15	0.012	Ca/0.0014	発明例4
5	18.6	0.01	0.011	0.008	0.09	3.3333333	0.21	0.15	0.024	0.065	0.59	0.12	0.1	0.009		発明例5
6	19.1	0.003	0.004	0.005	0.11	9.1666667	0.07	0.08	0.026	0.005	1.88	0.17	0.24	0.05		発明例6
7	25.4	0.004	0.009	0.002	0.41	27.3333333	0.11	0.23	0.015	0.29	0.011	0.009	0.31	0.55		発明例7
8	30.2	0.003	0.009	0.004	0.12	7.5	0.18	0.17	0.028	0.017	2.11	0.21	0.18	0.004		発明例8
9	16.4	0.009	0.011	0.002	0.03	1.3636364	0.21	0.25	0.024	0.038	0.011	0.004	0.11	0.006		比較例1
10	19.3	0.006	0.009	0.004	0.04	2.1052632	0.08	0.07	0.03	0.011	1.9	0.2	0.2	0.03		比較例2
11	17.4	0.024	0.019	0.004	0.31	5.5957447	0.09	0.37	0.028	0.11	0.007	0.11	0.1	0.004		比較例3
12	25.2	0.013	0.02	0.001	0.39	11.470588	0.18	0.28	0.019	0.28	0.018	0.16	0.28	0.48		比較例4

【0018】

【表2】

試料 No.	$d^*$ 面積あたりの 粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の 析出物個数	リジング評価	備考
1	1.8	A	発明例 1
2	1.9	A	発明例 2
3	3.2	A	発明例 3
4	1.4	A	発明例 4
5	2.6	A	発明例 5
6	1.3	A	発明例 6
7	2.2	A	発明例 7
8	1.8	A	発明例 8
9	1.4	C	比較例 1
10	2.1	D	比較例 2
11	0.4	C	比較例 3
12	0.6	D	比較例 4

【0019】

【発明の効果】本発明によれば、 $\text{Ti}/(\text{C}+\text{N}+\text{S})$  が3以上であることと、平均結晶粒径を  $d_{\text{mean}}$  としたときに、粒径  $3\mu\text{m}$  以下の炭化物・硫化物・窒化物が  $(d_{\text{mean}})^2$  あたり1個以上存在させることにより、フェライト系ステンレス鋼の耐リジング性を著しく改善するこ

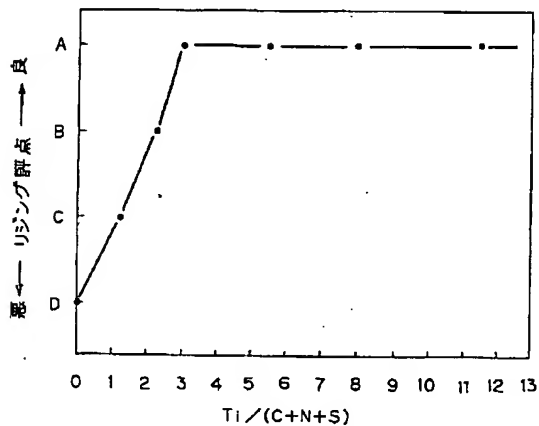
とができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】  $\text{Ti}/(\text{C}+\text{N}+\text{S})$  とリジング評点との関係を示すグラフである。

【図2】 (炭化物+窒化物+硫化物) 個数 /  $(d_{\text{mean}})^2$  とリジング評点との関係を示すグラフである。

【図1】



【図2】

